

幼虫期食物量对致倦库蚊实验 种群动态的影响

严子翥* 何桂铭

(中山医科大学寄生虫学教研室, 广州 510089)

摘要 在室温 $26 \pm 1^\circ\text{C}$ 和相对湿度 80% 的条件下, 以食物充足和食物缺少两种处理饲养致倦库蚊 *Culex quinquefasciatus* Say 幼虫。实验表明, 幼虫期食物量不仅对幼虫有影响, 而且对成蚊期一系列种群参数均有明显影响。净增殖率 R_0 、内禀增长能力 r_m 和有限速率 λ 降低, 种群增长受抑制不仅是由于幼虫期食物量减少使幼虫发育速率减慢、存活率下降所致, 且与成蚊的年龄特征存活率及年龄特征产雌率有关。各年龄组雌蚊所产的卵的孵出率随年龄的增长而下降, 故以卵孵出数计算产雌率 m_x 。所得的种群参数值较为客观, 而以卵孵出率与年龄关系的回归方程校正以卵数计算的 m_x , 同样达到上述目的。本文还提供广州致倦库蚊实验种群生命表特征的资料。

关键词 致倦库蚊 幼虫期 食物量 种群动态

国外已有致倦库蚊 *Culex quinquefasciatus* Say 的生命表及实验种群动态的研究 (Gómez, C. 等, 1979), 国内尚未见报道。关于蚊虫幼虫期食物量不足对实验种群动态的影响的研究, Reisen 等 (1984) 曾观察到耐斑库蚊 (*Culex tarsalis*) 幼虫期食物不足对幼虫的影响, 但未能证实其使成蚊期种群参数的改变。本文在研究我国广州地区致倦库蚊生命表特征及种群动态的同时, 着重幼虫期食物量不足的情况下, 各项种群参数的改变。

材料与方法

一、蚊株来源 致倦库蚊广州株, 为引自广东省卫生防疫站驯养的品系。在本实验室驯养 15 代以上。

二、实验条件 恒温 $26 \pm 1^\circ\text{C}$, 相对湿度 80%, 光照每日 14 小时。幼虫饲养在内径 20 cm、深 7 cm 的白色搪瓷盆内, 盛去氯水 500—700 ml, 每盆养幼虫 100 条。成蚊饲养在 $25 \times 25 \times 25$ cm 大小的蚊笼内, 每笼雌雄蚊各 100 只。幼虫饲料为 3:7 兔肝、酵母粉; 成蚊饲以 10% 葡萄糖水, 小白鼠供血。

三、卵孵化历期实验 将 1 小时内产下的卵块单独置于盛去氯水的小容器中, 定期观察, 按不同时间间隔内孵出的幼虫数计算孵化历期。

四、幼虫期的发育及存活率实验 以 2 小时内孵出的 1 龄幼虫为实验材料, 按两种食物量分别饲养 (钟作良、何桂铭, 1987)。食物充足组每日每盆各龄幼虫投放的饲料量

本文于 1988 年 10 月收到。

* 现在广州市卫生防疫站工作。

为：1 龄 100 mg，2 龄 200 mg，3 龄 300 mg，4 龄 300—400 mg。食物缺少组的饲料量为充足组的 1/10。每日清除多余的饲料，并定时吸出幼虫皮和死亡幼虫，按龄期和时间记录幼虫皮和死亡幼虫数。化蛹后，将蛹移入笼内待羽化，按时间记录死蛹数和羽化的雌雄蚊数。本实验的食物充足组重复 10 次，食物缺少组重复 8 次。

五、成蚊存活及生殖力实验 将两组食物量饲养的 48 小时内羽化的雌雄蚊各 100 只，放入笼内，组成同龄组。当天起持续供以 10% 葡萄糖水，每晚以小白鼠供血，时间从 19 时至次日 8 时。笼内放置去氯水的塑料碗作为产卵皿。每日定时取出死蚊并计数，取出卵块，更换产卵皿。卵块置于有湿润滤纸的平皿水内让其孵化，第三天后在解剖镜下记录已孵出的卵数，未受精卵数(无胚胎卵)和死卵数(3 天后未能孵出者)。将死蚊翅剪下，测量长度。该实验做至最后 1 只蚊死亡为止。两处理组各重复 4 次。

六、数据处理 生命表的编制按 Deevey (1947) 的程序进行。各项种群参数的计算参照丁岩钦等 (1980)、刘树生 (1986) 和 Reisen 等 (1984) 的方法，其中在净增殖率的公式 $R_0 = a \sum_{x=0}^m l_x m_x$ 中， $m_x = E_x \cdot s$ ， E_x 为每雌在代表性年龄 x 时所产的平均孵出卵数； s 为性比，取 0.5； a 为 1 龄幼虫发育至成蚊羽化时存活的雌蚊部分 (Reisen 等，1984)，本实验的食物充足组和食物缺少组的 a 值分别为 0.8907 和 0.6388 (表 1)。内禀增长能力 r_m 的计算采用林昌善 (1964) 修改的 Lotka-Birch 精确公式：

$$a \sum e^{x, 3/18 - r_m \cdot l_x m_x} = 1000$$

本实验各参数计算采用两种方法 (Reisen 等，1984)， A 法为将成蚊前期的发育速率和存活率以及成蚊期考虑在内； B 法为仅考虑成蚊期，把成蚊前期的发育速率和存活率排除，以探讨幼虫期食物量对成蚊期种群参数的影响。各参数计算(包括 r_m 值)均以笔者编制的 BASIC 语言程序(另文发表)于微电脑上进行。

统计学处理：以 t 检验比较两处理组各项种群参数的差异；分析卵孵出率与雌蚊年龄的直线回归关系；以卵孵出数、产卵数及卵数计算经卵孵出率与年龄关系回归方程校正所计算的 m_x 值，所得的种群参数值进行比较。

表 1 广州致倦库蚊两处理组的幼虫发育历期和相对存活率

发育阶段		食 物 充 足 组		食 物 缺 少 组	
		发育历期(小时)	相对存活率(%)	发育历期(小时)	相对存活率(%)
1 龄幼虫		36.1556±2.6228	97.99	49.2019±7.1445*	92.88
2 龄幼虫		22.7743±1.3664	99.18	30.9717±2.3831	94.49
3 龄幼虫		28.0927±1.1622	97.73	47.6925±6.4447	91.88
4 龄幼虫		56.4321±0.9189	96.30	158.8532±0.1799	85.12
蛹		41.3376±0.8032	97.37	45.5220±5.6460	93.08
从 1 龄幼虫至成蚊羽化	♀	190.3726±4.4008	89.07	351.7163±19.2854	63.88
	♂	179.5565±3.9613		314.9290±29.6704	

* $P < 0.05$ ，其他 $P < 0.01$ 。

结 果 与 讨 论

一、幼虫期食物量缺少对幼虫发育历期及存活率的影响

从表 1 可见,食物量缺少使各龄幼虫的发育历期延长,存活率下降,其中以 4 龄幼虫尤为明显,此与钟作良和何桂铭(1987)观察白纹伊蚊幼虫的结果相近。4 龄幼虫是成蚊各器官形成的重要发育阶段,所需营养多,对食物缺少最为敏感。前人报道(钟作良和何桂铭,1987),食物缺少并未影响到蛹期的发育与存活,但本实验结果证实蛹期亦受到影响,可能是食物缺少到一定程度才影响到蛹期。

二、幼虫期食物缺少对生命表特征的影响

(一) 成蚊翅长度: 表 2 为以翅长度衡量成蚊个体的大小,可见由于幼虫期食物缺少,所羽化的成蚊的个体大小受到影响。但从表 3 的成蚊性比,在本实验结果未见有显著性改变 ($P > 0.05$)。

表 2 广州致倦库蚊两处理组成蚊翅长(单位: mm)

	食物充足组	食物缺少组
♀	4.0858 ± 0.1162	3.4862 ± 0.1489
♂	3.1570 ± 0.1971	2.8719 ± 0.1288

注: $P < 0.001$; 测量: 从翅基部至翅远端边缘(缘缨除外)。

(二) 成蚊寿命: 无论从平均寿命或预期寿命计算,食物缺少组雌蚊的寿命均显著缩短,雄蚊的平均寿命亦缩短,但预期寿命未见有影响(表 3, 图 1)。

(三) 种群参数: 表 3, A 法是考虑成蚊前期和成蚊期所得的各项种群参数,食物充足组的 r_m , R_0 和 λ 值高于食物缺少组,反映了成蚊前期及成蚊期的发育、存活、生殖等诸因素的共同影响。更值得注意的 B 法的计算,即仅考虑成蚊期的存活率和产雌率的作用,食物充足组的各项种群参数仍高于食物缺少组,说明了幼虫期食物的缺少,不仅影响幼虫期,而且涉及成蚊期的存活率和产雌率,综合表现为 r_m , R_0 和 λ 值的显著改变。Reisen 等(1984)在类似的设计研究中,未能证实幼虫期食物量减少而影响成蚊各项种群参数,可能与食物量减少的程度有关。

三、对产雌率 m_x 的校正

从表 3 可见,两处理组的平均每雌产卵块数和羽化后第一次产卵的日龄相近。但平均每卵块的卵数和平均每雌产卵数提示食物充足组高于食物缺少组。可能是幼虫期食物量缺少造成雌蚊卵巢小管数减少所致(何桂铭等, 1980)。

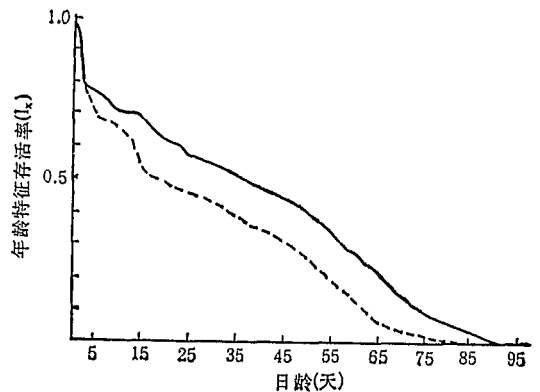


图 1 两处理组的雌蚊年龄特征存活率(l_x)曲线
——食物充足组 ----食物缺少组

表 3 广州致倦库蚊两处理组的生命表特征

		食物充足组	食物缺少组
性比(♀♀%)		49.66	45.01 ^{ns}
平均寿命 (天)	♀	42.97±21.81	34.39±15.82**
	♂	15.26±11.39	13.61±7.68*
预期寿命 (天)	♀	41.54±2.93	32.86±2.89*
	♂	13.79±3.80	12.16±0.66 ^{ns}
平均每雌产卵块数		1.76	1.52
羽化至第一次产卵日龄(天)		5	5
平均每卵块卵数		190.07±58.41	125.07±43.80**
平均每雌产卵数		335.83	189.99
A 法	r_m	0.23643±0.005135	0.120495±0.004732**
	R_0	81.58285±5.32984	22.952178±2.04625**
	λ	1.266735±0.006494	1.128065±0.00534**
	T	18.615957±0.46073	25.4950±0.824716**
B 法	r_m	0.7106±0.0346	0.5522±0.0786*
	R_0	135.8720±11.9745	73.1068±7.5260**
	λ	2.0361±0.0696	1.7411±0.1391**

* $P < 0.05$ 。
** $P < 0.01$ 。
ns, $P > 0.05$ 。

在计算产雌率 m_x 时,有些作者(曲传智,1981)用产卵数的 1/2 作为 m_x 值,并未考虑卵的孵出率,结果可能会使 m_x 值偏高。由图 2 可见,卵的孵出率与雌蚊年龄之间呈负相关;而图 3 则说明卵孵出率随年龄的增长而下降,主要与未受精卵的增加有关。

本文参考 Reisen (1979) 用卵孵出数计算 m_x 值,还探讨卵孵出率与雌蚊年龄的直线回归方程校正以产卵数计算的 m_x 值。

从表 4 可见(以食物充足组为例),仅用卵数计算 m_x 而未经校正所得的 R_0 值明显偏高, r_m 及 λ 值似未达到显著性的偏高 ($P > 0.05$)。其原因可能是 m_x 高峰仅在开始

表 4 不同计算 m_x 的方法所得种群参数的比较

	以卵数计算 m_x *	以卵数计算 m_x , 经校正	以孵出卵数计算 m_x
R_0	117.0250±6.7509**	92.2530±8.8521	91.5941±5.9839
r_m	0.249995±0.00459	0.243988±0.00912	0.24324±0.00525
λ	1.28404±0.005869	1.27638±0.01161	1.27539±0.00668

* 经用卵孵出率与年龄关系的回归方程校正后。
** $P < 0.05$ 。

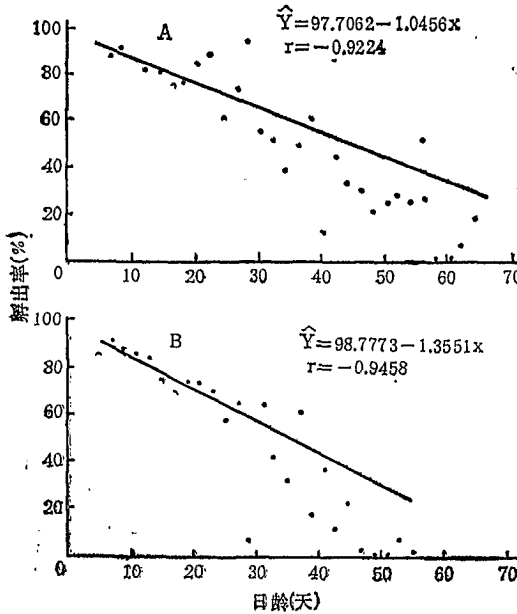


图2 卵孵出率与雌蚊年龄的直线回归关系

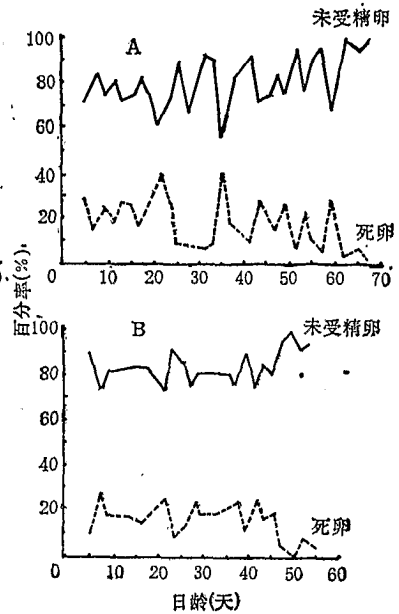
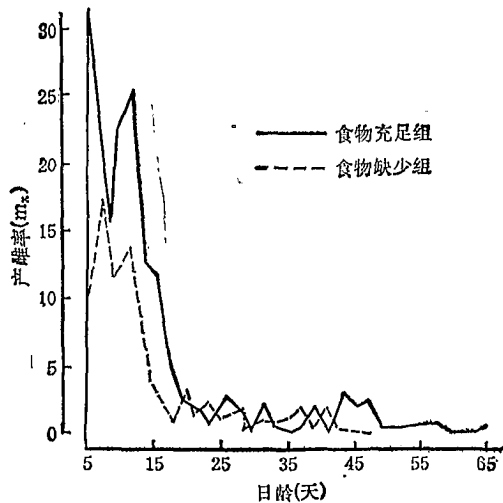


图3 各年龄组雌蚊所产的未受精卵占未孵出卵的百分率

A. 食物充足组 B. 食物缺少组

图4 两处理组的产雌率 (m_x)

产卵的 5—6 个年龄组, 以后 m_x 值很低, 故对 R_0 值影响较大, 而对 r_m 值影响较小 (图 4)。

本文仅从幼虫期食物量所得的形态和生理指征: 包括 IV 龄幼虫的存活率, 成蚊翅长度, 说明两处理组是有显著性差异的。继而从生命表特征的各项种群参数, 进一步说明本文所设计的两处理的幼虫食物量足以导致实验种群参数的改变。

参 考 文 献

- 丁岩钦 1980 昆虫种群数学生态学原理与应用。科学出版社。
- 刘树生 1986 昆虫生命表制作与分析中的几个问题。昆虫知识 23(1): 41—3。
- 林昌善 1964 动物种群数量变动的理论与试验研究 II. 杂拟谷盗 *Tribolium castaneum* (H.) 的内禀增长能力 (r_m) 的研究。动物学报 16(3): 323。
- 钟作良、何桂铭 1987 白纹伊蚊幼虫期的发育。昆虫学报 30(2): 175—9。
- 曲传智 1981 郑州地区中华按蚊种群动力学的实验研究。河南医学院学报 16(4): 54—60。
- 何桂铭等 1980 影响蚊虫生育力某些因素的观察。广东寄生虫学会年报 2: 85—88。
- De meillon B. et al. 1967 The duration of egg, larva of *Culex pipiens fatigans* in Rangoon, Burma. *Bull. Wildl. Hith. Organ.* 36: 7—14.
- Reisen, W. K. et al., 1984 The effects of immature stress on selected events in life history of *Culex tarsalis*. *Mosq news* 44(3): 385—95.
- Reisen, W. K. et al. 1979 Geographic variation among the life table characteristics of *Culex tritaeniorhynchus* from Asia. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 72(5): 700—9.
- Deevey, E. S. 1947 Life tables of natural populations of animals *Quart. Rev. Biol.* 22: 283—314.
- Gómez, C. et al. 1979 Population analysis of *Culex pipiens fatigans* Wied. under laboratory conditions. *J. Med. Ent.* 13(4—5): 453—63.

EFFECTS OF FOOD SUPPLY IN LARVAL STAGE ON POPULATION DYNAMICS OF *CULEX QUINQUEFASIATUS* UNDER LABORATORY CONDITIONS

YAN ZI-QUANG HE GUI-MING

(Department of Parasitology, Sun Yat-sen University of Medical Sciences, Guangzhou 510089)

Life tables of *Culex quinquefasciatus* of Guangzhou strain in the laboratory under $26^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$ and 80% RH. were constructed. The rearing was carried out in two groups according to the condition of larval food supply: one with rich supply and the other in shortage of food. The results revealed that food supply in larval stage not only affected survivorship and development of the larvae but also influenced the parameters of the adult population dynamics. Shortage of food in larval stage dramatically diminished R_0 and r_m either when larval survivorship and developmental duration were included or when only the adult population parameters were considered. The rate of egg hatching decreased as a function of the age of female adults, so it is possible to use linear regression function to assess the rate of egg hatching with the age of the female mosquitoes for correcting m_x that calculated from eggs.

Key words *Culex quinquefasciatus*——larval development——food supply——population parameter